

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-019585

(43)Date of publication of application : 21.01.2003

(51)Int.Cl.

B23K 26/04
B23K 26/00

(21)Application number : 2001-202415

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 03.07.2001

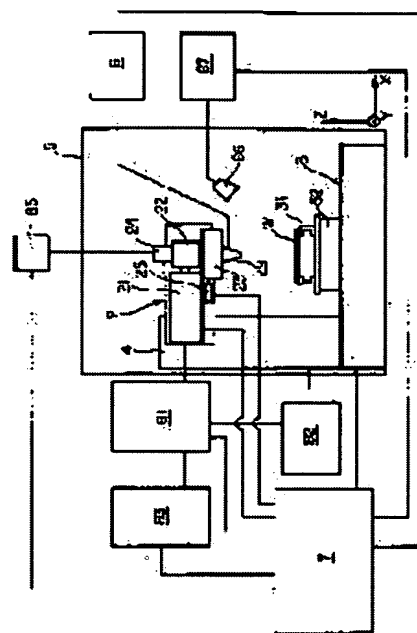
(72)Inventor : KAWASAKI TERUHISA
KASHIMA KOJI

(54) DEVICE AND METHOD FOR LASER BEAM MACHINING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for laser beam machining by which a high accuracy is given, a tact time is decreased and the frequent change of tools is unnecessary.

SOLUTION: A main controller 7 controls the operation of a laser oscillator 21 or the like and makes the laser oscillator 21 emit a pulse laser beam at a proper timing. Further, the main controller 7 sends a proper command signal to a lens driving device 25 and makes a condenser lens (described in detail later) held on a fine moving stage device 23 turn in X-Y plane by properly operating the fine moving stage device 23 and makes the incident position of a spot laser beam rotate at high speed on a work W. Thus, a circular opening is formed accurately, easily and rapidly on the work W.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-19585

(P2003-19585A)

(43) 公開日 平成15年1月21日 (2003.1.21)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 K 26/04

26/00

識別記号

3 3 0

F I

B 2 3 K 26/04

26/00

データベース (参考)

A 4 E 0 6 8

3 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-202415 (P2001-202415)

(22) 出願日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 川▲崎▼ 輝尚

岡山県倉敷市玉島乙島8230 住友重機械工

業株式会社岡山事業所内

(72) 発明者 加島 孝司

岡山県倉敷市玉島乙島8230 住友重機械工

業株式会社岡山事業所内

(74) 代理人 100089015

弁理士 牧野 剛博 (外3名)

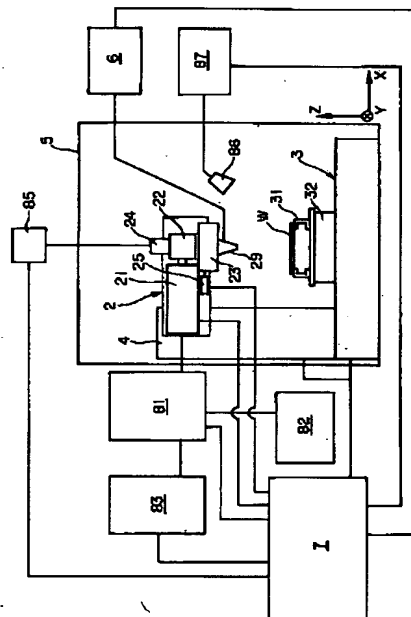
Fターム (参考) 4E068 AF02 CA06 CE02

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 高精度で、タクトタイムを減少させることができ、しかも、頻繁に工具を変更する必要がないレーザ加工装置及び方法を提供すること。

【解決手段】 主制御装置7は、レーザ発振装置21等の動作を制御して、レーザ発振装置21から適当なタイミングでパルス状のレーザ光を出射させることができる。また、主制御装置7は、レンズ駆動装置25に適当な指令信号を送信して微動ステージ装置23を適宜動作させることにより、微動ステージ装置23に保持された集光レンズ（後に詳述）をXY面内で回転運動させることができ、スポット状のレーザ光の入射位置をワークW上で高速回転させることができる。これにより、ワークWに円形の開口を高精度で、しかも簡易かつ迅速に形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加工用のレーザ光を発生するレーザ光源と、

前記レーザ光源からのレーザ光を支持ステージ上の被加工体に照射させるための加工光学系と、

前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を支持するとともに、当該光学要素を光軸に垂直な方向に変位させる高速微動ステージと、を備えるレーザ加工装置。

【請求項2】 前記レーザ光源は、パルス状のレーザ光を発生し、前記高速微動ステージは、前記レーザ光の発生タイミングに対応して動作することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【請求項3】 前記光学要素は、前記レーザ光を前記被加工体の位置に集光する集光レンズであることを特徴とする請求項1及び請求項2のいずれか記載のレーザ加工装置。

【請求項4】 高速微動ステージは、前記光学要素を固定するためのホルダと、ヒンジ構造によって当該ホルダを前記光軸に垂直な方向に案内する弾性ガイドとを有することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載のレーザ加工装置。

【請求項5】 前記レーザ光源からのレーザ光を、加工光学系によって支持ステージ上で静止した状態の被加工体に照射する工程と、
前記レーザ光を前記被加工体に照射する際に、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を光軸に垂直な方向に高速で変位させる工程とを備えるレーザ加工方法。

【請求項6】 前記光学要素を高速変位させる工程の前に、前記光学要素を静止させた状態で前記レーザ光を前記被加工体に集光させることにより、前駆穴を予備形成する工程をさらに備えることを特徴とする請求項5記載のレーザ加工方法。

【請求項7】 前記光学要素を高速変位させる工程で、前記レーザ光を前記被加工体に集光させる照射点を、加工の目的とする穴形状の輪郭に沿って移動させることを特徴とする請求項5及び請求項6のいずれか記載のレーザ加工方法。

【請求項8】 前記レーザ光源からパルス状のレーザ光を発生させ、前記照射点を所定のオーバーラップ率で重複させながら移動させることを特徴とする請求項7記載のレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術の分野】本発明は、レーザパルスを用いて被加工体に微細な穴を形成するためのレーザ加工装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】金属材料等の剛性の高い材料に微細な貫

通穴を形成する方法として、従来、ドリル加工や放電加工が主として行われてきた。ドリル加工では、工具を用いて機械的に貫通穴を形成し、放電加工では、スパークを利用して非接触で貫通穴を形成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前者のドリル加工では、微細なドリルが必要になり、最終形状に合わせた各種工具が必要になり、任意の加工形状を迅速に形成することができない。また、ドリル加工は接触加工であるため、工具の消耗状態を常時監視しなければならず、管理に時間を要する。さらに、接触加工の性質上、処理速度に上限があり、加工に際してのタクトタイムが問題視されている。

【0004】また、後者の放電加工でも、スパークによって電極が消耗するので、電極の消耗状態を監視しなければならず、管理にある程度の時間を要する。また、最終形状に合わせた電極が必要になり、任意の加工形状を迅速に形成することができない。さらに、電極を機械的に移動させる必要があり、処理速度に上限があり、加工に際してのタクトタイムが問題視されている。

【0005】一方、レーザ加工装置を用いて、金属材料に微細な貫通穴を形成する方法も試みられているが、貫通穴の加工面の仕上がりがあり滑らかにならず、現状では十分な加工精度が得られていない。また、加工穴が円形でない場合、被加工体を載置したXYステージを穴形状の輪郭に沿って移動させることになるため、上記と同様の理由でタクトタイムを十分に短縮することができない。

【0006】そこで、本発明は、高い精度で微細穴を加工することができ、迅速な処理によってタクトタイムを減少させることができ、しかも、加工穴の形状に応じて頻繁に工具を変更する必要がないレーザ加工装置及び方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のレーザ加工装置は、加工用のレーザ光を発生するレーザ光源と、前記レーザ光源からのレーザ光を支持ステージ上の被加工体に照射させるための加工光学系と、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を支持するとともに、当該光学要素を光軸に垂直な方向に変位させる高速微動ステージとを備える。

【0008】上記レーザ加工装置では、高速微動ステージが、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を支持するとともに、当該光学要素を光軸に垂直な方向に変位させるので、被加工体を載置する支持ステージ側を静止させたままレーザ光の照射位置を適宜変化させることができる。すなわち、加工光学系を構成する特定の光学要素のみを変位させるだけで被加工体におけるレーザ光の入射位置（つまり、加工位置）を調節することができるので、比較的短距離の加工位置の変更に

際して、慣性が比較的大きい支持ステージ側を変位させる必要がなくなり、加工のスループットを飛躍的に高めることができる。この際、特別に走査用の光学系を特別に設けることなく、加工光学系を構成する光学要素を変位させる単純な制御だけで加工位置を自在に変化させることができるので、単純な光学系で精密な加工が可能になる。

【0009】また、上記装置の具体的な態様では、前記レーザ光源が、パルス状のレーザ光を発生し、前記高速微動ステージが、前記レーザ光の発生タイミングに対応して動作する。この場合、レーザ光の照射タイミングと同期させて光学要素すなわち加工位置を変化させることができるので、比較的滑らかな輪郭の加工穴等を簡易に形成することができる。

【0010】また、上記装置の別の具体的な態様では、前記光学要素が、前記レーザ光を前記被加工体の位置に集光する集光レンズである。この場合、結像特性をほとんど変化させることなく、加工位置に対応する結像点を移動させることができる。

【0011】また、上記装置のさらに別の具体的な態様では、高速微動ステージが、前記光学要素を固定するためのホルダと、ヒンジ構造によって当該ホルダを前記光軸に垂直な方向に案内する弾性ガイドとを有する。この場合、光学要素を支持する部分の慣性を小さくしたままで、この光学要素を光軸に垂直な所望の案内方向に高速で精密に変位させることができる。

【0012】また、上記装置のさらに別の具体的な態様では、前記光学要素の前記支持ステージ側に配置され当該光学要素を通過したレーザ光を透過させる保護ガラスと、当該保護ガラスを根本側で気密に支持するとともに前記保護ガラスの被加工体側に延びる先端に開口を有するノズルと、当該ノズル内にアシストガスを供給するガス供給手段とをさらに備える。この場合、光学要素を含む加工光学系を保護ガラスによって保護することができ、加工位置にアシストガスを供給することで、加工を促進しつつ分解した加工物を除去し、かつ、除去されたその跳ね返りを防止できる。

【0013】また、本発明のレーザ加工方法は、前記レーザ光源からのレーザ光を、加工光学系によって支持ステージ上で静止した状態の被加工体に照射する工程と、前記レーザ光を前記被加工体に照射する際に、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を光軸に垂直な方向に高速で変位させる工程とを備える。

【0014】上記レーザ加工方法では、前記レーザ光を前記被加工体に照射する際に、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を光軸に垂直な方向に高速で変位させることができるので、比較的短距離の加工位置の変更の際に、慣性が比較的大きい支持ステージ側を変位させる必要がなくなり、加工のスループットを飛躍的に高めることができる。

【0015】また、上記方法の具体的な態様では、前記光学要素を高速変位させる工程の前に、前記光学要素を静止させた状態で前記レーザ光を前記被加工体に集光させることにより、前駆穴を予備形成する工程をさらに備える。この場合、前記光学要素を高速変位させる工程で、前駆穴を最終的な穴形状に仕上げるだけとなり、目的とする加工穴を確実に形成することができる。

【0016】また、上記方法の別の具体的な態様では、前記光学要素を高速変位させる工程で、前記レーザ光を前記被加工体に集光させる照射点を、加工の目的とする穴形状の輪郭に沿って移動させる。この場合、穴形状の輪郭に応じて効率的に加工穴を形成することができる。

【0017】また、上記方法のさらに別の具体的な態様では、前記レーザ光源からパルス状のレーザ光を発生させ、前記照射点を所定のオーバーラップ率で重複させながら移動させる。この場合、加工穴の縁部分が滑らかに除去されるので、滑らかな加工穴を形成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置の構造を説明する図である。このレーザ加工装置は、ホール形成用のレーザ光を照射するレーザ照射ユニット2と、被加工体であるワークWをXY平面内で移動させるXY駆動部3と、レーザ照射ユニット2を支持してZ軸方向に昇降させるZ駆動部4と、これらレーザ照射ユニット2、XY駆動部3及びZ駆動部4を収容するエンクロージャ5と、レーザ照射ユニット2に設けたノズル29に加工用のアシストガスを供給するアシストガス供給装置6と、レーザ加工装置全体の動作を統括的に制御する主制御装置7とを備える。

【0019】レーザ照射ユニット2は、レーザ光を発生するレーザ発振装置21と、レーザ発振装置21からのレーザ光を下方に導くマシニングヘッド22と、マシニングヘッド22の下方に配置されてワークW上の適所にレーザ光を集光する加工光学系を備える微動ステージ装置23と、ワークWの状態を撮影するためのCCDカメラ24とを備える。

【0020】ここで、レーザ発振装置21は、YAGレーザからなり波長約1 μ mのレーザ光を発生するレーザ光源であり、このレーザ発振装置21を動作させるための電源装置81に接続されている。電源装置81は、定電圧電源装置82から定電圧の供給を受けており、さらに、冷却水供給装置83から冷却水の供給を受けている。

【0021】マシニングヘッド22は、後に詳述するが、レーザ発振装置21からのレーザ光の光路を下方に折り曲げる折り返しミラー等を内蔵しており、微動ステージ装置23は、折り返しミラーを経たレーザ光をスポット状にしてワークW表面に入射させるとともに、レンズ駆動装置25からの駆動信号に基づいてレーザ光の入

射位置を高速で移動させることができる。

【0022】CCDカメラ24には、微動ステージ装置23やマシニングヘッド22を介してワークW表面の可視光画像が投影される。CCDカメラ24で検出されたワークWの画像信号は、画像表示装置85に送信されて、ここでモニタ画像が表示される。また、撮影の対象となるワークWを照明するため、エンクロージャ5内の適所にライト86が取り付けられており、照明駆動部87からの電力の供給を受けてワークWの加工位置周辺に照明光を入射させる。

【0023】XY駆動部3は、ワークWの縁部分を固定するための固定治具31と、ワークW及び固定治具31を支持してこれらとともにXY面内で2次元的に移動するXYステージ32とを備える。XY駆動部3は、主制御装置7からの指示に基づいて、支持ステージであるXYステージ32上方のワークWを適宜ステップ移動させて、ワークW上に予定されている加工穴の形成位置を、レーザ光を下方に出射する微動ステージ装置23のノズル29直下に配置する。

【0024】Z駆動部4は、主制御装置7からの指示に基づいてレーザ照射ユニット2を昇降させることができ、加工に際してレーザ照射ユニット2の高さ位置を調節することにより、ワークW表面にレーザ照射ユニット2からのレーザ光を集光させることができる。

【0025】アシストガス供給装置6は、エンクロージャ5外から、酸素等のアシストガスをノズル29に供給するためのものであり、ノズル29中に適当量だけ供給されたアシストガスは、下方のワークW側に吐出される。これにより、ワークWの加工位置から飛散する物質がノズル29中に侵入することを防止でき、形成中の加工穴周辺に液滴状に付着するドロスを吹き飛ばすことによって簡易に除去することができる。

【0026】主制御装置7は、レーザ発振装置21等の動作を制御して、レーザ発振装置21から適当なタイミングでパルス状のレーザ光を出射させることができる。また、主制御装置7は、レンズ駆動装置25に適当な指令信号を送信して微動ステージ装置23を適宜動作させることにより、微動ステージ装置23に保持された集光レンズ（後に詳述）をXY面内で回転運動させることができ、スポット状のレーザ光の入射位置をワークW上で高速回転させることができる。また、主制御装置7は、画像表示装置85等の動作を制御して、CCDカメラ24で撮影したワークWの像を表示させることができる。また、主制御装置7は、XY駆動部3及びZ駆動部4の動作を制御してレーザ照射ユニット2に対するワークWの相対位置を3次元的に調節することができる。また、主制御装置7は、アシストガス供給装置6の動作を制御して、ノズル29からアシストガスを適当量だけ噴射させることができる。

【0027】図2は、微動ステージ装置23の詳細な構

造を説明する平面図であり、図3は、図2のAA矢視部分断面図である。

【0028】微動ステージ装置23は、基板23aの下部に支持される高速微動ガイド23bと、高速微動ガイド23bの可動部材91に取り付けられてこの可動部材91とともに高速振動する板状の振動子23cと、振動子23cの4箇所に設けたコイルとともにリニアモータを構成する4つのマグネット23dと、振動子23c側に固定されている集光レンズ23eとを備える。

10 【0029】高速微動ガイド23bは、弾性ガイドであり、基板23aに固定される中央側の固定部材90と、固定部材90に対しXY面内で高速微動可能な外側の可動部材91と、これら固定部材90及び可動部材91の間に配置される4つの中間支持部材93と、固定部材90及び中間支持部材93を連結する8個の弾性ヒンジ94と、中間支持部材93及び可動部材91を連結する8個の弾性ヒンジ95とを備える。各弾性ヒンジ94、95の両端には、肉薄部TPが形成されており、この肉薄部TPは、X方向又はY方向の厚みが小さくなっているが、Z方向に長くなっているため、XY面内で変形し易くなっている。つまり、固定部材90及び可動部材91の相対位置は、XY面内で任意の方向に微小変化させることができるが、Z方向に関しては変化しなくなっている。なお、固定部材90の中央には、レーザ光を透過させるための開口AP1が形成されており、基板23aに形成された開口AP2と位置合わせされている。

30 【0030】振動子23cは、支持具23fを介して高速微動ガイド23bの可動部材91に固定されており、可動部材91とともにXY面内で任意の方向に微小変位する。この振動子23cは、8角形の外周のうちマグネット23dに挟まれた4カ所にコイルが取り付けられており、これら4つのコイルに流す電流の位相等を適宜調節することにより、XY面内で例えば円運動する。なお、振動子23cの中央には、開口AP3が形成されており、開口AP1、AP2を通過したレーザ光が集光レンズ23eに入射するのを遮らないようになっている。

【0031】各マグネット23dは、振動子23cの周辺部分を挟んだ状態で基板23aに固定されている。

40 【0032】集光レンズ23eは、レンズホルダ23gの下端に固定されており、このレンズホルダ23gは、支持具23fを介して振動子23cに固定されている。つまり、集光レンズ23eは、レンズホルダ23g及び振動子23cとともに、その光軸に垂直なXY面内で任意の位置に微小変位する。なお、レンズホルダ23gの下端には、開口AP4が形成されており、集光レンズ23eに入射したレーザ光を下方に通過させるようになっている。ここで、集光レンズ23eは、加工用のレーザ光や可視光に対して透過性を有する材料で形成されており、加工用のレーザ光をワークW上に集光させることができる。

【0033】図4は、レーザ照射ユニット2におけるレーザ光の光路を概念的に説明する図である。レーザ発振装置21からのレーザ光LBは、マシニングヘッド22に設けたミラー22aを経て下方に偏向されて開口AP0に入射する。開口AP0によって適当にビーム径が絞られた、ほぼ平行光であるレーザ光LBは、集光レンズ23eに入射して収束を開始する。集光レンズ23eを透過したレーザ光LBは、保護用のガラス板GPを透過してノズル29の開口AP5下方に集光される。レーザ光LBの集光点SP0には、ワークWが配置されており、集光点SP0の位置においてワークWに開口を形成する。

【0034】集光レンズ23eは、高速微動ガイド23b、振動子23c、マグネット23d等からなる高速微動装置に駆動されてXY面内で任意の位置に変位する。例えば、集光レンズ23eが点線で示すような位置に移動すると、集光レンズ23eの変位量と同一量だけ結像点も変位するので、集光点SP0がずれた集光点SP01、SP02に移動する。このように、集光レンズ23eを光軸に垂直なXY面内で任意の位置に変位させることで、集光レンズ23eの変位量に対応して集光点を移動させることができるので、ワークWに形成すべき加工穴が多様な形状であっても、その輪郭に沿って集光レンズ23eを移動させることで、目的通りの加工穴を得ることができる。

【0035】なお、ミラー22aは、赤外光を反射するが、可視光に対しては透明であり、ワークWからの像光ILを上方のCCDカメラ24（図1参照）に導くことができるようになっている。また、ガラス板GPは、加工用のレーザ光や可視光に対して透過性を有する材料で形成されており、ワークW上の集光点SP0、SP01、SP02から飛散して来る加工かすがノズル29を逆行して集光レンズ23eに付着することを防止している。また、ノズル29下端の開口AP5からは、アシストガスが噴射されており、ワークWの加工穴周辺に液滴状に付着するドロスを吹き飛ばすことができ、ワークW上の集光点SP0、SP01、SP02から飛散する加工かすがノズル29中に侵入することをある程度防止することができる。

【0036】図5(a)～(d)は、図1～図4に示すレーザ加工装置を用いて加工穴を形成する工程を説明する図である。

【0037】図5(a)は、バーカッション加工の工程を説明する図である。中央の円は、レーザ光の集光点SPであり、予め形成すべき前駆穴Hiに対応している。周囲の一点鎖線の円は、目標とする加工穴Hoの輪郭を示している。このバーカッション加工では、まずXY駆動部3によってXYステージ32とともにワークWを加工位置に移動させて静止させる。次に、Z駆動部4によってレーザ照射ユニット2の高さを調節し、ワークW表

面若しくは所定深さと集光レンズ23eの焦点とを一致させる。次に、ノズル29からワークW表面へのアシストガスの吹き付けを開始する。その後、集光点SPを固定した状態で、レーザ発振装置21からレーザ光をワークWに対し例えば100パルス入射させる。これにより、ワークWに前駆穴Hiを形成することができる。

【0038】図5(b)～(d)は、仕上げ加工の工程を説明する図である。まず、XYステージ32を静止させたままで、図5(b)に示すように、レンズ駆動装置25からの駆動信号によって集光レンズ23eを一方に移動させ、レーザ発振装置21からの1パルスのレーザ光を集光点SP1としてワークWに対して入射させる。以後、集光レンズ23eを所定の回転速度で徐々に円運動させつつ、レーザ発振装置21からのレーザ光をワークW上に繰り返し入射させる（図5(c)、(d)参照）。これにより、レーザ光の集光点SPn-1、SPn、…、SPk-1、SPkを80%程度の重複率で予定する加工穴Hoの輪郭に沿ってステップ移動させることになり、集光レンズ23eを一周させた段階で、前駆穴Hiの周囲に円形の加工穴Hoを形成することができる。

【0039】以上のような仕上げ加工を行うことで、ワークW上に加工穴Hoを精密に形成することができる。具体的には、前駆穴Hiの縁に沿って形成されたドロスを除去することで、加工穴Hoの周囲をきれいに仕上げることができ、加工穴Hoの内側面（加工面）のダレ等の不良を低減することができる。なお、集光レンズ23eを2周以上適宜回転させれば、より加工穴Hoの周囲を滑らかにすることができる。

【0040】また、以上のような加工法では、集光レンズ23eを高速で円運動させることで仕上げ加工を行うので、放電加工による場合に比較して大幅なタクトタイムの減少を図ることができる。具体的に説明すると、4mm厚の超硬合金に直径0.15mm程度の加工穴を形成する際、放電加工で穴形成に2.5分要するのに対し、上記実施形態のレーザ加工方法を用いることで穴形成に要する時間を0.5分程度とすることができる。つまり、タクトタイムを約1/5以下に短縮することができる。

【0041】また、以上のような加工法は、非接触加工であることから、消耗部品がほとんどなく、メンテナンスが容易である。

【0042】また、以上のような加工法では、集光レンズ23eを加工穴Hoの輪郭に沿って移動させるだけで、任意のサイズ及び形状の加工穴を形成できるので、穴径に応じた工具変更等の煩わしい作業の必要がない。

【0043】また、以上のような加工法では、XY駆動部3すなわちXYステージ32を動作させることなく加工穴を形成し、次の加工穴を形成する場合にのみXY駆動部3を動作させるので、XY駆動部3の直動機構部品

の偏摩耗を抑制することができる。つまり、少ないメンテナンスでレーザ加工装置を長期に亘って高精度に維持することができる。

【0044】図6(a)及び6(b)は、図5(a)～(d)に示すレーザ加工の後の工程を説明する図である。この場合、加工穴Hoを放電加工の下穴として利用する。図6(a)において、中央の円は、放電加工の電極ワイヤELに対応し、周囲の一点鎖線の円は、最終加工穴Hfの輪郭を示している。図6(b)に示すように、電極ワイヤELを最終加工穴Hfの輪郭に沿った所定の経路PAで移動させることにより、滑らかな縁の最終加工穴Hfを得ることができる。

【0045】以上、実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば上記レーザ加工装置は、貫通穴の形成のみに利用されるものではなく、微細ウェービング溶接に活用することもできる。この場合、ワークWをXY駆動部3によって直線的に移動させつつ集光点を円運動させることで、溶接部分の幅を拡げることができ、滑らかで強固な溶接を達成することができる。

【0046】また、上記実施形態では、レーザ発振装置21をエンクロージャ5内に収容しているが、レーザ発振装置21をエンクロージャ5外に設置して、レーザ発振装置21からのレーザ光を例えばファイバ等で導いて微動ステージ装置23に供給することもできる。

【0047】また、上記実施形態では、レーザ発振装置21としてYAGレーザを用いているが、CO₂レーザ等の他の光源を用いて加工穴を形成することもできる。

【0048】また、上記実施形態では、円形の加工穴を形成しているが、微動ステージ装置23の動作を適宜調節することにより、楕円や長円等の任意形状の加工穴を形成することができる。

【0049】また、上記実施形態では、レーザ光の集光点を約80%程度の重複率でステップ移動させているが、集光点のステップ移動に際しての重複率は、要求される加工精度に応じて適宜変更することができる。

【0050】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のレーザ加工装置によれば、高速微動ステージが、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を支持するとともに、当該光学要素を光軸に垂直な方向に変位

させるので、被加工体を載置する支持ステージ側を静止させたままでレーザ光の照射位置を適宜変化させることができ、比較的短距離の加工位置の変更に際して、慣性が比較的大きい支持ステージ側を変位させる必要がなくなり、加工のスループットを飛躍的に高めることができる。

【0051】また、本発明のレーザ加工方法によれば、前記レーザ光を前記被加工体に照射する際に、前記加工光学系を構成する少なくとも1つの光学要素を光軸に垂直な方向に高速で変位させることができるので、比較的短距離の加工位置の変更に際して、慣性が比較的大きい支持ステージ側を変位させる必要がなくなり、加工のスループットを飛躍的に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態のレーザ加工装置の構造を説明する図である。

【図2】微動ステージ装置の詳細な構造を説明する平面図である。

【図3】図2のAA矢視部分断面図である。

【図4】レーザ照射ユニットにおけるレーザ光の光路を概念的に説明する図である。

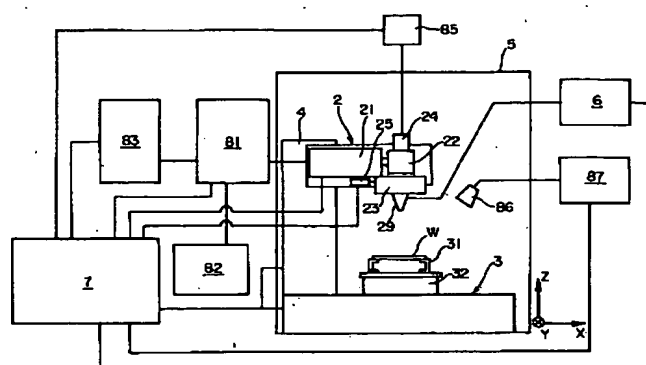
【図5】(a)～(d)は、レーザ加工の具体的な工程を説明する図である。

【図6】(a)、(b)は、図5(a)～(d)に示すレーザ加工の後工程を設けた例を説明する図である。

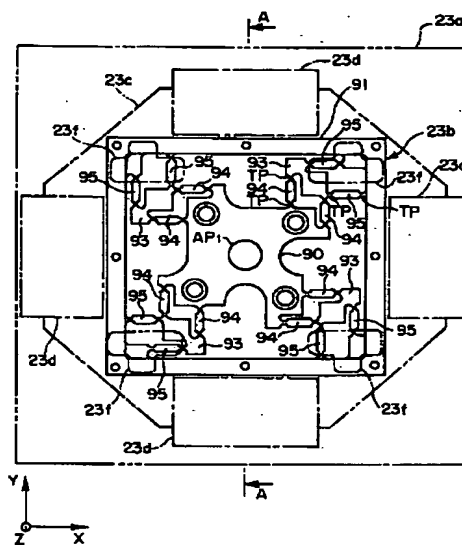
【符号の説明】

2	レーザ照射ユニット
3	XY駆動部
4	Z駆動部
5	エンクロージャ
6	アシストガス供給装置
7	主制御装置
21	レーザ発振装置
22	マシニングヘッド
23	微動ステージ装置
23b	高速微動ガイド
23e	集光レンズ
25	レンズ駆動装置
29	ノズル
32	XYステージ
W	ワーク

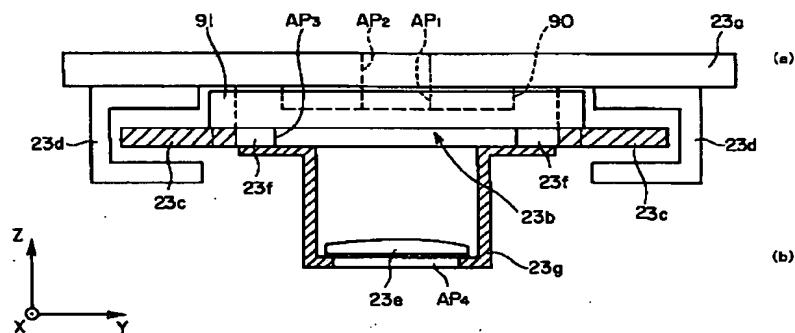
【図1】



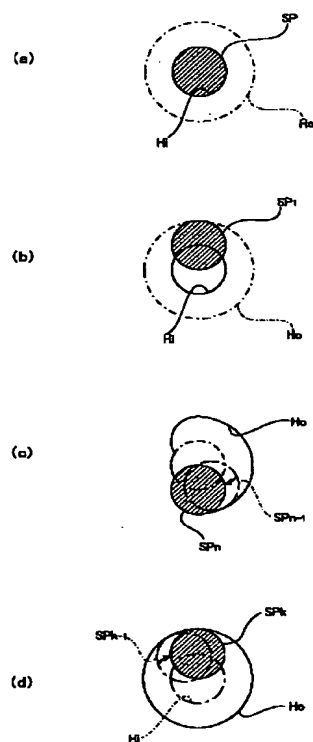
【図2】



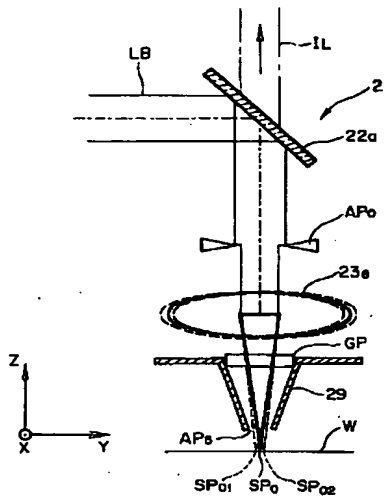
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

